УДК 598.2:591.185.1

ОРИЕНТАЦИЯ ПТИЦ ПРИ ХОМИНГЕ НА РАЗЛИЧНЫХ РАССТОЯНИЯХ

А. Б. Кистяковский, Л. В. Катасонова

(Киевский государственный университет)

Метод хоминга (т. е. изучение способности птиц находить дорогу к «дому») позволяет исследовать навигационные способности птиц в природных условиях. Не получая при транспортировке информации о расстоянии и направлении завоза и попадая в незнакомую местность, птица при определении направления «к дому» должна решать трудные навигационные (а не простые ориентационные) задачи, что важно для изучения проблемы ориентации птиц. При этом ближний хоминг (завозы на такие расстояния, с которых птица возвращается в тот же день, практически без остановок на отдых и кормежку) очень удобен, т. к. скорость возвращения дает «чистое время», затраченное только на ориентацию и движение к «дому». Таким образом, исследователь получает объективные данные о влиянии на ориентацию различных факторов. Изучение зависимости скорости возвращения от расстояния завоза представляет особый интерес, поскольку с изменением расстояния изменяются и возможности использования тех или иных способов определения направления «к дому».

Материал для настоящей статьи собирался в 1964—1971 гг. в основном в Черноморском заповеднике. Из нескольких тысяч завозов птиц разных видов для обработки были выбраны данные о скорости возвращения 1700 деревенских ласточек (*Hirundo rustica* L.), причем опыты, в которых возможно было искажающее влияние погодных условий (сильный ветер), исключали. Опыты проводили в период гнездования и насиживания яиц (май — начало июня). Птиц завозили на расстояния от 1 до 60 *км* в закрытом ящике или мешке, чтобы они не могли наблюдать путь своего следования, и выпускали каждую особь отдельно, при этом замечали время выпуска птицы и время ее появления возле гнезда. Затем вычисляли время и скорость возвращения птиц из разных по расстояниям завоза групп (5—9,9; 10—14,9; 15—19,9 *км* и т. д.). В работе учтены результаты, полученные при завозе деревенских ласточек на 5—50 *км*, т. к. при завозе на расстояния до 5 *км* и свыше 50 *км* еще мало проведено экспериментов.

Обработка данных о средней скорости и среднем времени возвращения птиц, завезенных на различные расстояния, дала совершенно неожиданные результаты. Казалось бы, чем ближе «к дому», тем птице легче выбрать кратчайший маршрут и, следовательно, показать бóльшую скорость возвращения, т. е. зависимость среднего времени возвращения $t_{(x)}$ и средней скорости возвращения $V_{x)}$ от расстояния графически должна была бы выглядеть так, как показано на рис. 1. Однако, в наших опытах с увеличением расстояния завоза до 50 *км* возрастает не только среднее время, но и средняя скорость возвращения птиц. Результаты экспериментов обобщены и представлены в таблице. По этим данным построены соответствующие кривые (рис. 2), которые можно объяснить, исходя из различных предположений о поведении птиц при возвращении.

Все время, затраченное птицей на возвращение «к дому», мы условно разбивали на два периода: период ориентации (t_0) — время с момента выпуска птицы до момента взятия ею курса «на дом» (не следует путать его со временем между моментом выпуска и моментом взятия направления, фиксируемого при наблюдении, т. к. многие птицы после выпуска летят сначала в направлении, не совпадающем с направлением «на дом», и уже вне нашего поля зрения как-то переориентируются); период движения непосредственно «к дому» ($t_в$) — время с момента взятия точного курса «на дом» и до появления птицы у гнезда. Среднюю скорость возвращения обозначаем $V_{(x)}$, скорость полета — $V_п$.

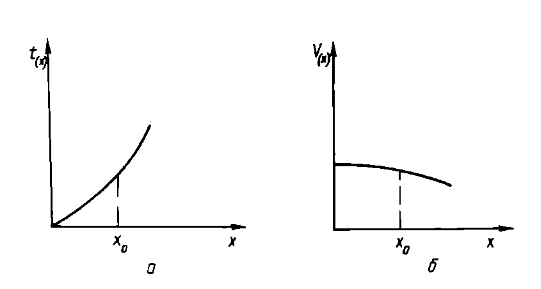


Рис. 1. Предполагаемое изменение среднего времени возвращения (*а*) и средней скорости возвращения (*б*) ласточек при завозах на разные расстояния (обозначения в тексте).

Зависимость времени, затраченного птицей на возвращение «к дому», и скорости возвращения от расстояния завоза

Расстояние завоза, *км*	Среднее время возвращения, *час*	Средняя скорость возвращения, *км/час*
5—9,9	0,72	13,04
10—14,9	0,85	13,85
15—19,9	0,93	16,48
20—24,9	1,28	16,60
25—29,9	1,40	20,62
30—34,9	1,40	20,62
35—39,9	1,48	24,79
40—44,9	1,73	24,40
45—49,9	1,87	28,24

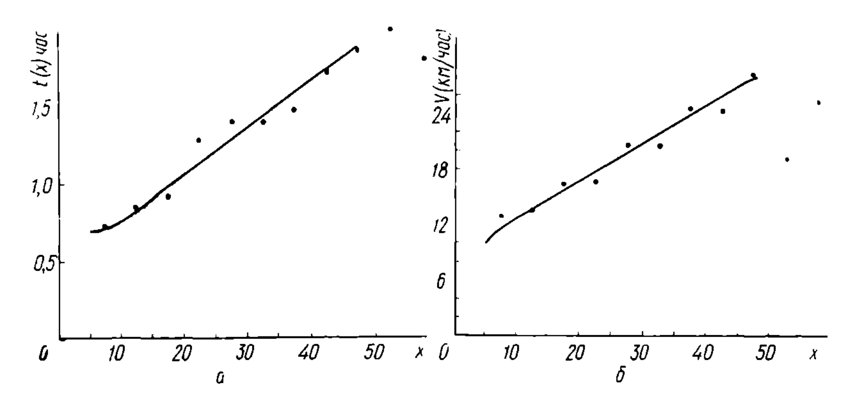


Рис. 2. Зависимость среднего времени возвращения (*а*) и средней скорости возвращения (*б*) ласточек от расстояния завоза (экспериментальные данные). Обозначения в тексте.

Можно предположить три варианта поведения птицы на маршруте.

I. Скорость полета птицы при возвращении с любого расстояния постоянна, а время ориентации изменяется, т. е., $V_п = \text{const}$; $t_0 = \text{var}$, отсюда следует, что $t_в = \text{var}$. Средняя скорость возвращения определяется так:

$$V_{(x)} = \frac{x}{t_{(x)}}, \qquad (1)$$

где

$$t_{(x)} = t_{0\,(x)} + t_{в\,(x)}\,. \qquad (2)$$

Период ориентации $t_{0(x)}$ с увеличением расстояния завоза уменьшается, т. к. при этом различия в ориентирующих параметрах (например, параметрах движения Солнца) увеличиваются и уловить эти различия легче. Период движения непосредственно «к дому» $t_{в(x)}$ с увеличением расстоя-

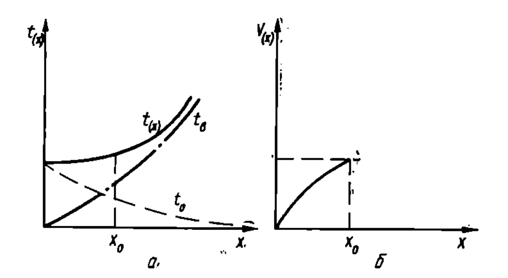


Рис. 3. Изменение среднего времени возвращения (*а*) и средней скорости возвращения (*б*) ласточек при изменении расстояния завоза (I вариант поведения птиц на маршруте).

Рис. 4. Изменение среднего времени возвращения (*а*) и средней скорости возвращения (*б*) ласточек при изменении расстояния завоза (II вариант поведения птиц на маршруте).

ния завоза увеличивается, поскольку при постоянной скорости время возвращения растет пропорционально дальности завоза. Кривые на рис. 3 соответствуют экспериментально полученным зависимостям.

II. Ни скорость при полете «к дому», ни период ориентации при различных расстояниях завоза не изменяются (рис. 4), т. е. $V_п = \text{const}$; $t_0 = \text{const}$, $t_в = \text{var}$.

Изменение средней скорости возвращения птицы при увеличении дальности завоза является следствием затраты некоторого времени (одинакового на всех расстояниях) на определение правильного курса «к дому» или на то, чтобы прийти в себя после шока, вызванного поимкой, мечением, пребыванием в неволе. В этом случае на близких расстояниях первоначальная затрата времени будет влиять на среднюю скорость возвращения больше, чем на дальних. Следует сказать, что наши наблюдения позволяют отбросить предположение, будто птицы долго не могут прийти в себя после завоза. Уже на первой минуте после выпуска птицы действуют вполне целеустремленно, не проявляя никакой растерянности. Следовательно, остается лишь влияние затраты времени на ориентацию. Этот вариант может объяснить экспериментальные кривые только в том случае, если период ориентации достаточно большой, порядка нескольких десятков минут, если же ориентация продолжается несколько минут, то кривые $t_{(x)}$ и $V_{(x)}$ должны быть такими же, как на рис. 1.

Немногочисленные литературные данные свидетельствуют о том, что период ориентации при выпусках с расстояний 20—30 *км* не превышает 12,5 мин (Кистяковский, Смогоржевский, 1970). Таким образом, II вариант поведения птиц на маршруте экспериментальными материалами пока не подтверждается.

III. С увеличением расстояния завоза птица рефлекторно увеличивает скорость полета «к дому», а период ориентации не изменяется, т. е. $V_п = \text{var}$, $t_0 = \text{const}$, $t_в = \text{var}$. Этот вариант предполагает не только способность птиц определять расстояние завоза (что вполне возможно), но и усиление стремления птицы вернуться к гнезду при увеличении расстояния завоза. Возвращаясь с расстояний более 50 *км*, птицы, по-видимому, в пути подкармливаются, экономят силы, скорость их полета достигает

предела, что должно привести к уменьшению средней скорости возвращения ($V_{(x)}$) и увеличению среднего времени возвращения ($t_{(x)}$).

Таким образом, III вариант поведения птиц на маршруте как будто способен объяснить экспериментальные графики. Однако из этого варианта следует, что скорость полета птицы с расстоянием должна увеличиваться более чем в два раза, что мало вероятно. Скорее всего скорость полета птиц изменяется не намного. Кроме того, оставленное «дома» потомство, вторая птица пары, гнездовая территория представляют собой мощный стимул к возвращению, побуждающий птицу на протяжении всего пути максимально напрягать свои силы, чтобы быстрее вернуться «домой». В этом случае скорость ее полета не зависит от расстояния завоза и III вариант не объяснит экспериментальных кривых.

Из рассмотренных трех вариантов поведения птицы на маршруте наиболее вероятным нам представляется I вариант, хотя два других варианта при определенных условиях тоже способны объяснить экспериментальные графики. Вполне возможно и совместное действие предполагаемых вариантов поведения птиц в различных комбинациях. Так, возможно сочетание I и III вариантов, когда с изменением расстояния завоза изменяется и период ориентации птицы (I вариант), и скорость ее полета (III вариант). Возможно сочетание I и II вариантов, если разделить период ориентации птицы (t_0) на два подпериода: t_0' — время выбора первоначального направления (с момента выпуска птицы до момента взятия ею определенного, фиксируемого при наблюдении направления). От выбора этого направления, возможно, зависит точность дальнейшей ориентации «на дом» и выбор его птицей может оказаться не случайным; t_0'' — время выбора направления «на дом» (с момента взятия первоначального направления до момента взятия птицей направления к гнезду). Таким образом,

$$t_0 = t_0' + t_0''. \tag{3}$$

Период t_0' не зависит от расстояния завоза, поэтому во всех случаях его надо считать в среднем одинаковым, т. е. $V_п = \mathrm{const}$, $t_0' = \mathrm{const}$, что соответствует II варианту. Период t_0'' определяется разностью в ориентирующих параметрах, поэтому с увеличением расстояния завоза он может уменьшаться, т. е. $V_п = \mathrm{const}$; $t_0'' = \mathrm{var}$, что соответствует I варианту. В этом же случае возможно совместное действие всех трех вариантов, если с изменением расстояния завоза будет меняться также и скорость полета птицы (III вариант).

Таким образом, если поведение птицы определяется сочетанием I, II и III вариантов, доминирующим все же является I вариант, варианты II и III лишь дополняют его, увеличивая различия в среднем времени и средней скорости возвращения при различных расстояниях завоза.

Экспериментальные кривые (рис. 2) описываются следующими полуэмпирическими формулами:

$$t_{(x)} = t\sqrt{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^2}\ ; \tag{4}$$

$$V_{(x)} = \frac{1}{t}\,\frac{x}{\sqrt{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^2}} = V_0\frac{x}{\sqrt{x_0^2 + x^2}}\,, \tag{5}$$

где

$$V_0 \equiv \frac{x_0}{t}\,. \tag{6}$$

Параметры t, V_0 и x_0 следует выбрать так, чтобы кривые построенные по формулам (4) и (5) наиболее правильно аппроксимировали экспериментальные графики. Если $x \ll x_0$ (или даже равно нулю), то из формулы (4) следует, что $t_{(x)} = t(=\text{const})$. Как показывает кривая на рис. 2, при этих условиях $t_{(x)} = 0{,}72$ (*час*). Отсюда t=0,72 (*час*). С другой стороны, если $x \gg x_0$ (формально $x \to \infty$), то из формулы (5) следует, что $V_{(x)} = V_0(=\text{const})$, т. е. скорость на больших расстояниях достигает некоторого предельного значения. На рис. 3, это значение равно 28 (*км/час*), хотя не исключено, что в опытах при больших расстояниях завоза скорость возвращения птиц будет более высокой. Тогда можно написать $V_0 = 28$ (*км/час*). Далее по формуле (6) вычисляем значение параметра x_0. Оно равно 20 (*км*). Итак, $t = 0{,}72$ (*час*), $V_0 = 28$ (*км/час*), $x_0 = 20$ (*км*).

Формула (4) дает возможность достаточно достоверно определить среднее время возвращения, а формула (5) — среднюю скорость полета с заданного расстояния x (*км*).

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. С увеличением расстояния завоза от 5 до 50 *км* средняя скорость возвращения птиц возрастает. Это показывает, что птицы ориентируются не по приметам на местности, а используют какие-то другие источники ориентации.

2. Из описанных вариантов поведения птиц на маршруте наиболее вероятен I вариант, в котором рассматривается увеличение средней скорости на больших расстояниях как следствие сокращения времени, затраченного на определение направления полета. Однако, возможны и комбинации вариантов.

ЛИТЕРАТУРА

Кистяковский А. Б., Смогоржевский Л. А. 1970. Ориентация птиц. Природа, № 1.

Поступила 9.II 1973 г.

BIRDS ORIENTATION WITH HOMING AT DIFFERENT DISTANCES

A. B. Kistyakovsky, L. A. Katasonova

(State University, Kiev)

Summary

Study of the returning velocity in 1700 swallows with homing from 5 to 50 km showed that with an increase in the distance the average velocity of returning increases and that this increase is probably a result of shortening in time for determination of the correct azimuth with a more considerable distance from «home».